

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-252048

(43)Date of publication of application : 17.09.1999

(51)Int.Cl.

H04J 14/00

H04J 14/02

H04B 10/17

H04B 10/16

(21)Application number : 10-052501

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 04.03.1998

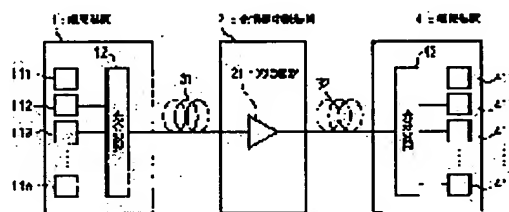
(72)Inventor : IWANO TADAYUKI

## (54) WAVELENGTH MULTIPLEX OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the generation of a level difference between receptive wavelength signals together with the compensation of loss wavelength characteristics provided in an optical fiber transmission line and the compensation of the gain wavelength characteristics of a light amplification repeater.

**SOLUTION:** The light amplification repeater 2 provided with a light amplifier is connected through the optical fiber transmission line 31 to a termination station equipment 1 provided with an optical multiplexer 12 for multiplexing respective optical signals and outputting wavelength multiplex signals. The light amplification repeater 2 is provided with an optical monitoring circuit for monitoring the reception level of the wavelength multiplex signals and the terminal station equipment 1 is provided with an optical output control correct for controlling the wavelength multiplex signals outputted by the optical multiplexer 12 for each wavelength based on the reception level monitored in the optical monitoring circuit.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 17.10.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-252048

(43)公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

H 0 4 J 14/00

H 0 4 B 9/00

E

14/02

J

H 0 4 B 10/17

10/16

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平10-52501

(22)出願日 平成10年(1998) 3月4日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 岩野 忠行

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

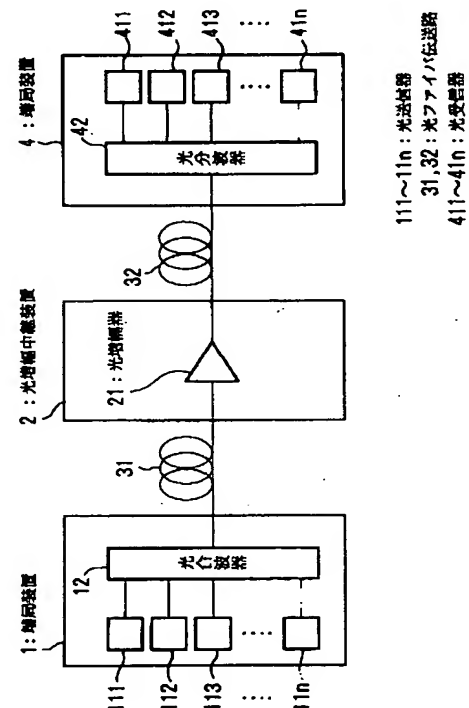
(74)代理人 弁理士 高橋 詔男 (外4名)

(54)【発明の名称】 波長多重光伝送システム

(57)【要約】

【課題】 光ファイバ伝送路のもつ損失波長特性の補償、光増幅中継装置の利得波長特性の補償とともに、各波長信号間のレベル差の発生を防止可能にする。

【解決手段】 各光信号を多重して波長多重信号を出力する光合波器12を有する端局装置1に光ファイバ伝送路31を介して光増幅器を持った光増幅中継装置2を接続し、該光増幅中継装置2には前記波長多重信号の受信レベルをモニタする光モニタ回路25を設け、端局装置1には光モニタ回路25でモニタした受信レベルにもとづいて光合波器12が出力する波長多重信号を波長毎に制御する光出力制御回路14を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長が異なる少なくとも複数の光信号を送信する光送信器および該光送信器からの各光信号を多重して波長多重信号を出力する光合波器を有する端局装置と、

該端局装置に光ファイバ伝送路を介して接続されて、前記波長多重信号を増幅する光増幅器を持った光増幅中継装置とを備え、

該光増幅中継装置には前記端局装置からの波長多重信号の受信レベルをモニタする光モニタ回路を設け、前記端局装置には前記光モニタ回路でモニタした受信レベルにもとづいて前記光合波器が出力する波長多重信号を波長毎に制御する光出力制御回路を設けたことを特徴とする波長多重光伝送システム。

【請求項 2】 前記光モニタ回路でモニタした受信レベルにもとづいて、前記光合波器が出力する波長多重信号を制御する信号が、前記と同一の光ファイバ伝送路を使用して伝送され、かつ前記波長多重信号とは波長が異なる受信レベル信号であることを特徴とする請求項 1 に記載の波長多重光伝送システム。

【請求項 3】 前記光送信器および光合波器間に、前記光モニタ回路でモニタした各波長毎の受信レベル情報にもとづいて前記光送信器が出力する光信号レベルを制御する可変光減衰器を接続したことを特徴とする請求項 1 に記載の波長多重光伝送システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、端局装置からの波長多重化信号を光増幅中継装置で増幅して伝送する波長多重光伝送システムに関し、特に、光ファイバ伝送路のもつ損失波長特性および光増幅中継装置の利得波長特性をそれぞれ補償する波長多重光伝送システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光増幅器を用いて少なくとも 2 波以上の多重光信号を線形中継伝送するシステムでは、光増幅器中継装置の利得平坦性が重要となる。すなわち、端局装置の送信部において、各波長信号を信号間レベル差を揃えて光ファイバ伝送路に送出しても、光ファイバ伝送路のもつ損失波長特性および、端局装置に接続された光増幅中継装置のもつ利得波長特性により、各波長信号間レベル差が生じ、相手先の端局装置における各信号毎の受信レベルに開きが生じることになる。そして、光ファイバ伝送路のもつ前記損失波長特性は使用波長の波長帯域を広げることで、また、距離が長くなることで損失差が大きくなり、製造上で生じる品質等のばらつきによる個体差も大きいので、補償が困難であった。また、一般に、光増幅中継装置は光出力を一定に制御することで、光入力レベルが変化すると利得が変化し、利得波長特性も変化し、前記のように各波長信号間レベル差が生じ

る。これらの問題のうち、光増幅中継装置の利得波長特性の変動を解決する手段として、光増幅中継装置の入力部に可変光増幅器を挿入し、光入力レベルに応じて光減衰量を制御することで、光増幅中継装置への入力レベルを常に一定に制御する方式が考えられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、かかる従来の利得平坦化制御による光伝送システムでは、光増幅中継装置への入力レベルは、可変光減衰器の最小通過損失分低い光受信レベルで一定に制御されることになり、従って入力信号の信号対雑音比が悪くなり、これが伝送特性を劣化させる原因になるという課題があった。また、複数の光増幅中継装置による多段線形中継を行った場合、一般に各波長信号間に生じるレベル差は各光増幅中継装置毎に大きくなり、各信号間に信号対雑音比のばらつきが生じたり、信号によっては非線形現象が生じる場合もあり、信号間の特性ばらつきの原因になるという課題があった。

【0004】 この発明は前記課題を解決するものであり、光増幅中継装置に入力される波長多重光信号の光入力レベルを隣接する直前の端局装置や他の光増幅中継装置に伝えて、これらから光ファイバ伝送路への光出力レベルを制御することで、光ファイバ伝送路の損失変動を回避して、光増幅器の利得を一定にでき、また、端局装置内で各波長信号毎に光信号レベルを制御することで、光ファイバ伝送路のもつ損失波長特性の補償、光増幅中継装置の利得波長特性の補償とともに、各波長信号間のレベル差の発生を防止できる波長多重光伝送システムを得ることを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 前記目的達成のため、請求項 1 の発明にかかる波長多重光伝送システムは、波長が異なる少なくとも複数の光信号を送信する光送信器および該光送信器からの各光信号を多重して波長多重信号を出力する光合波器を有する端局装置と、該端局装置に光ファイバ伝送路を介して接続されて、前記波長多重信号を増幅する光増幅器を持った光増幅中継装置とを備えて、該光増幅中継装置には前記端局装置からの波長多重信号の受信レベルをモニタする光モニタ回路を設け、前記端局装置には前記光モニタ回路でモニタした受信レベルにもとづいて前記光合波器が出力する波長多重信号を波長毎に制御する光出力制御回路を設けたものである。

【0006】 また、請求項 2 の発明にかかる波長多重光伝送システムは、前記光モニタ回路でモニタした受信レベルにもとづいて、前記光合波器が出力する波長多重信号を制御する信号を、前記と同一の光ファイバ伝送路を使用して伝送され、かつ前記波長多重信号とは波長が異なる受信レベル信号としたものである。

【0007】 また、請求項 3 の発明にかかる波長多重光伝送システムは、前記光送信器および光合波器間に、前

記光モニタ回路でモニタした各波長毎の受信レベル情報にもとづいて前記光送信器が出力する光信号レベルを制御する可変光減衰器を接続したものである。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を図について説明する。図1はこの発明の波長多重光伝送システムの全体を示すブロック図であり、同図において、1は端局装置で、この端局装置1は、波長の異なる少なくとも2以上の光信号を出力する複数の光送信器111~11nと、これらの光送信器111~11nからの波長の異なる各光信号を多重する光合波器12とを有する。各光送信器111~11nの出力波長は光増幅器により増幅可能な波長帯において全て異なる。また、この光合波器12には光ファイバ伝送路31を介して光増幅中継装置2が接続されている。この光増幅中継装置2は光増幅器21を有する。また、光増幅中継装置2には光ファイバ伝送路32を介して他の端局装置4が接続されている。この端局装置4には光分波器42および光受信器411~41nが設けられている。なお、光合波器12には融着型コブラおよびアレイ導波路型光合波器等が用いられる。

【0009】図2および図3は前記端局装置1および光増幅中継装置2の詳細を示すブロック図である。まず、図2の端局装置1において、151~15nは各光送信器111~11nと光合波器12とを結ぶ光回路中に設けられて、各信号間のレベル差を調整する可変光減衰器、13は制御信号受信回路であり、前記光増幅中継装置2側から送出される受信レベル情報を持った光信号を受けて分波する光分波器131と、光分波された光を受信する光受信器132とを有する。なお、前記光分波器131に代えて光サーキュレータを用いることができる。

【0010】さらに、142は光受信器132の出力にもとづいて光出力レベル制御信号を送出する光出力制御回路であり、141はこの光出力レベル制御信号にもとづいて光合波器12の出力レベルをコントロールする可変光減衰器である。なお、この光出力制御回路142および可変光減衰器141は光出力制御回路14を構成している。制御信号受信回路13には、光受信器132で受信した受信信号をもとに光出力レベル制御信号を前記光出力制御回路142に送出する信号変換回路（図示しない）を有する。

【0011】一方、前記光増幅中継装置2において、25は光増幅器21の入力側に接続された、波長多重光信号の受信レベルを監視する光モニタ回路で、これが光分岐器251および光分岐された光信号を受信する光受信回路252からなる。また、26は光モニタ回路25の入力側に接続されて、直前の端局装置1に対して受信レベル情報として前記波長多重光信号とは異なる波長の光信号を同一の光ファイバ伝送路31を通じて送信する制

御信号送信回路で、光合波器261と光受信回路252からの受信レベル情報を出力する制御回路262とからなる。さらに、前記光増幅器21の出力側には、光出力制御回路24および制御信号受信回路23を順次介して前記光ファイバ伝送路32が接続されている。前記制御信号受信回路23は光分波器231および光受信器232からなり、光出力制御回路24は可変光減衰器241および制御回路242からなる。

【0012】かかる構成になる波長多重光伝送システムでは、端局装置1において、光送信器111~11nから出力された、異なる波長をもった光信号が光合波器12で多重され、可変光減衰器141および光分波器131および光ファイバ伝送路31を介して光増幅中継装置2に入力される。この光増幅中継装置2では端局装置1からの前記多重された波長多重光信号は、光モニタ回路25の光分岐251器に入力されて、一部は光増幅器21に入力され、他の一部は光受信回路252で受信されて、受信レベル情報として制御信号送信回路26の制御回路262に供給される。

【0013】この制御回路262はその受信レベル情報の光信号を光分波器261を通して、光ファイバ伝送路31および制御信号受信回路13へ送出する。このため、この制御信号受信回路13では、光分波器131を介して受信レベル情報の光信号が光受信器132で受信され、この受信出力にもとづいて光出力制御回路14の光出力制御回路142が光出力レベル制御信号を可変光減衰器141に供給する。従って、この送出出力レベル制御信号を受けて、可変光減衰器141は光合波器12が出力する波長多重信号の出力レベルを予め定めた適正レベルに自動制御することとなる。

【0014】また、光増幅中継装置2における光増幅器21は光分岐器251を介して入力される前記一部の波長多重光信号を所定レベルまで増幅し、制御信号受信回路23および光出力制御回路24と光ファイバ伝送路32を介して図1に示す端局装置4へ送出する。ここでは、光増幅器21からの波長多重光信号の一部を光分波器231で取り出してこれを光受信器232に受け、さらにこの光受信器232で得た出力にもとづいて、制御回路242が可変光減衰器241による前記波長多重光信号の出力レベルを所定値に調整し、光ファイバ伝送路32へ送出することとなる。そして、この光ファイバ伝送路32へ送出された波長多重光信号は端局装置4の光分波器42により分波された後、各一の光受信器411~41nにて波長毎に受信される。

【0015】次に、前記動作の具体例を説明する。ここでは、1.55 $\mu$ m帯（1530 $\mu$ m~1565 $\mu$ m帯）から任意の8波による波長多重光信号を伝送する端局装置1と1つの光増幅中継装置2とから波長多重光伝送システムを構成した場合について見る。8波の波長多重光信号を送出する端局装置1の光出力レベルを8波で

+9 dBmとすると、光ファイバ伝送路31として最大0.25 dB/kmの伝送路損失を持った80 Kmの光ファイバを用いた場合、最大20 dBの伝送路損失となり、光増幅中継装置2への入力レベルは最小で-11 dBmとなる。また光増幅中継装置2の光出力レベルを+9 dBmにて出力したとすると、この光増幅中継装置2の利得設定は20 dBとなる。

【0016】一般に光ファイバ伝送路の損失は、光ファイバを覆っている被覆および補強用金属の温度変動からくる伸縮により光ファイバに加わるストレス変動が原因で変化する。いま、光ファイバ伝送路31の伝送路損失が0.23 dB/kmに変化した場合、光ファイバ伝送路31全体の損失は18.4 dBとなり、伝送路損失の最大値に比べ約1.6 dBの減少となる。つまり、光増幅中継装置2の入力レベルが1.6 dB上昇することで光増幅中継装置2の利得が変わり、平坦度が変動することになる。そこで、光増幅中継装置2内の光モニタ回路25で、この1.6 dBの変動を検出し、制御信号送信回路26にて、端局装置1に対し受信レベル情報をもった光信号にて送信する。この光信号に使用する波長には、1510 μm等の選択した8波長多重光信号と異なる波長を用いる。

【0017】端局装置1における制御信号受信回路13は、光増幅中継装置2からの受信レベル情報を光信号にて受信し、信号変換して光出力制御回路142に入力する。これにより、端局装置1の光出力レベルを、可変光減衰器141の減衰量を変動させることで1.6 dB低下させることができる。この結果、光増幅中継装置2への入力レベルは-11 dBmとなり、光増幅器21の利得は20 dBのままとなる。つまり利得平坦度は、光ファイバ伝送路の損失変動に影響されないことになる。

【0018】なお、前記光増幅中継装置2の光モニタ回路25を各波長毎の受信レベルを監視する回路とすることで、この各波長信号毎の受信レベル情報を端局装置1に送出できる。この場合にも端局装置1で受信したこの受信レベル情報にもとづき、この端局装置1の光出力レベルを、次段に接続された光増幅中継装置への入力部で信号間レベル差がなくなるよう制御する。この場合において、前記各波長毎の受信レベルを監視する手段としては、光分岐器251、光アレイ導波路格子型光分波器、光受信器、一般的な回折格子を用いた光スペクトラムアナライザ等が利用される。

【0019】また、端局装置1内における各波長信号の光出力レベルの制御は、各光送信器111~11nと光合波器12との間に接続した可変光減衰器151~15nを、光増幅中継装置2から光信号で送信された各波長

信号毎の受信レベル情報をもとに制御することで行える。また光増幅中継装置2での各波長信号の光出力レベルの制御は、光アレイ導波路格子型光分波器等を用いて全波長を一担分波後に、各信号毎に可変光減衰器を用いることで、あるいは誘電体多層膜等から構成される光フィルタの膜圧や角度を変えて、損失波長特性を制御することで行える。

【0020】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、波長が異なる少なくとも複数の光信号を送信する光送信器および該光送信器からの各光信号を多重して波長多重信号を出力する光合波器を有する端局装置と、該端局装置に光ファイバ伝送路を介して接続されて、前記波長多重信号を増幅する光増幅器を持った光増幅中継装置とを備えて、該光増幅中継装置には前記端局装置からの波長多重信号の受信レベルをモニタする光モニタ回路を設け、前記端局装置には前記光モニタ回路でモニタした受信レベルにもとづいて前記光合波器が出力する波長多重信号を波長毎に制御する光出力制御回路を設けたので、光増幅中継装置に入力される波長多重光信号の光入力レベルを隣接する直前の端局装置に伝え、端局装置から光ファイバ伝送路への光出力レベルを制御することで、光ファイバ伝送路の損失変動の影響を回避することができる。その結果、光増幅器の利得が一定となり、利得平坦性が不変となる。また、端局装置内の各波長信号毎に光送信レベルを制御することで、光ファイバ伝送路のもつ損失波長特性を補償できるとともに、光増幅中継装置の利得波長特性を補償でき、各波長信号間のレベル差をなくすることが可能になるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の一形態による波長多重光伝送システムの全体を示すブロック図である。

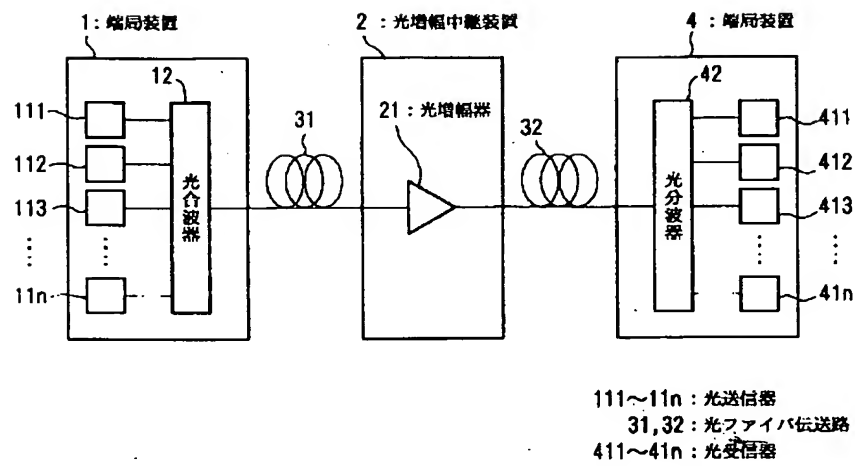
【図2】 図1における端局装置の詳細を示すブロック図である。

【図3】 図1における光増幅中継装置の詳細を示すブロック図である。

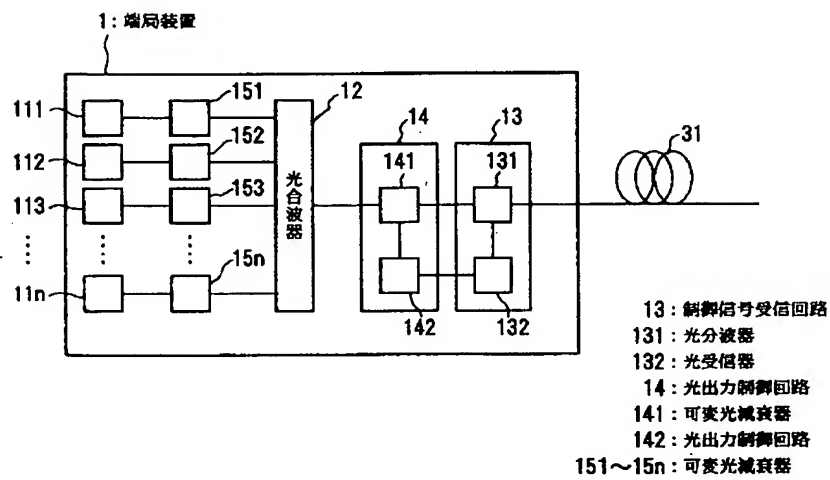
【符号の説明】

- 1 端局装置
- 2 光増幅中継装置
- 111~11n 光送信器
- 12 光合波器
- 14 光出力制御回路
- 151~15n 可変光減衰器
- 25 光モニタ回路
- 31 光ファイバ伝送路

【図 1】



【図 2】



【図 3】

